

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift  
⑪ DE 3604311 A1

⑤① Int. Cl. 4:  
H01 B 7/18  
H 01 B 7/04

②① Aktenzeichen: P 36 04 311.7  
②② Anmeldetag: 12. 2. 86  
④③ Offenlegungstag: 13. 8. 87

*Behördeneigentum*

DE 3604311 A1

⑦① Anmelder:  
Kabelmetal Electro GmbH, 3000 Hannover, DE

⑦② Erfinder:  
Richter, Siegfried, 8501 Eckental, DE

⑤④ Mehradriges elektrisches Energiekabel

Bei einem mehradrigen elektrischen Kabel für ortsveränderliche Verbraucher ist jeder Ader ein Element erhöhter Zugfestigkeit unmittelbar zugeordnet.

DE 3604311 A1

## Patentansprüche

1. Mehradriges elektrisches Kabel zur Energie- und Signalübertragung für ortsveränderliche Verbraucher mit Trag- oder Zugelementen im Schichtenaufbau, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Ader ein Element erhöhter Zugfestigkeit unmittelbar zugeordnet ist.

2. Kabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Element erhöhter Zugfestigkeit den Kern der Adern bildet, über den eine Aufseilung aus metallischen Drähten oder Litzen aufgebracht ist.

3. Kabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Element erhöhter Zugfestigkeit in Form einer Aufseilung oder als Geflecht über dem den Kern der Adern bildenden elektrischen Leiter aufgebracht ist.

4. Kabel nach Anspruch 1 mit einem mehrdrähtigen Leiter, dadurch gekennzeichnet, daß einzelne Drähte oder Litzen des Leiters durch Elemente erhöhter Zugfestigkeit ersetzt oder durch diese ergänzt sind.

5. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente erhöhter Zugfestigkeit Kunststoffäden auf Basis aromatischer Homo- oder Copolyamide sind.

6. Kabel nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffäden hoher Zugfestigkeit mit einem Tränk- oder Klebemittel behandelt sind.

7. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente erhöhter Zugfestigkeit Fäden, Stränge oder Geflechte auf Glasfaserbasis sind.

8. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente erhöhter Zugfestigkeit selbst aus verseilten, verwürgten oder verzwirnten Einzelementen bestehen.

9. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Adern einschließlich der diesen unmittelbar zugeordneten Elemente erhöhter Zugfestigkeit von einer gemeinsamen Hülle aus Polyurethan umgeben sind.

10. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Adern einschließlich der diesen unmittelbar zugeordneten Elemente erhöhter Zugfestigkeit von einer gemeinsamen Hülle aus Kunststoff oder Gummi umgeben sind, die von einer weiteren Schicht aus Polyurethan überdeckt ist.

11. Kabel nach Anspruch 9 oder 10 dadurch gekennzeichnet, daß die Polyurethanhülle strahlenvernetzt ist.

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein mehradriges elektrisches Kabel, zur Energie- und Signalübertragung für ortsveränderliche Verbraucher, mit Trag- oder Zugelementen im Schichtenaufbau.

Elektrische Energieübertragungskabel weisen oft über der Seele eine sogenannte Bewehrung auf. Diese z. B. aus Stahlbändern, -drähten oder auch -geflechtem bestehenden konzentrischen Lagen haben die unterschiedlichsten mechanischen, aber auch elektrischen Aufgaben zu erfüllen. So ist es Aufgabe einer Bewehrung die Kabelseele sowie den Kabelmantel vor Beschädigung durch Schlag oder Druck beim Transport oder bei der Verlegung zu schützen, aber auch dafür zu

sorgen, daß in diesen Fällen eine erhöhte Zugbeanspruchung nicht zu einer Beschädigung der Kabelseele führt.

Der mechanische Schutz der Kabelseele ist besonders schwierig auszuführen, wenn die jeweiligen Kabel oder Leitungen ortsveränderliche Verbraucher mit Energie zu versorgen haben. Hierbei sind nämlich die Kabel und Leitungen härtesten, stark wechselnden mechanischen Belastungen ausgesetzt, die nur schwer zu kontrollieren und nicht immer vorhersehbar sind. Hinzu kommt, daß die Bewehrung die Flexibilität der Kabel oder Leitungen nicht oder nur unwesentlich beeinflussen darf. Solche Fälle sind beispielsweise Versorgungsleitungen für Kräne, Hebezeuge, Bagger und dergleichen aber auch Kabel für ortsveränderliche Bergbaugeräte, an die besondere Forderungen z. B. hinsichtlich ihrer Reißfestigkeit bei hoher Flexibilität gestellt werden. So werden solche Versorgungsleitungen im Betrieb ständig auf- und abgetrommelt, über Rollen umgelenkt oder sonst wie zwangsläufig geführt. In der üblichen Ausführung werden daher die Kabel oder Leitungen mit Metallbewehrungen, etwa in Form konzentrischer Drahtlagen über der Seele, ausgestattet, oder sie werden beispielsweise mit Fasergeflechten versehen, die auch bei starker mechanischer Beanspruchung eine Überbeanspruchung von Leitern und Seele vermeiden sollen.

Während Fasergeflechte zwar hohe Reißfestigkeit aufweisen, also Beanspruchungen in Achsrichtung auszuhalten in der Lage sind, wirken sie nicht gegen Stoßbeanspruchungen in radialer Richtung so daß für besonders hoch beanspruchte flexible Kabel noch immer Stahldrahtbewehrungen im Einsatz sind. Nachteilig hierbei ist, daß bei starken Biegebeanspruchungen einzelne Stahldrähte z. B. eines Stahldrahtgeflechtes brechen und ihre Enden nach außen oder in die Kabelseele eindringen und Kurzschlüsse verursachen können. Die Drahtlage kann zwar durch eine Befädrung z. B. aus einem flammwidrigen Glasseidenband überdeckt sein, solche Glasseidenbänder erfüllen infolge ihrer bekannten Brüchigkeit jedoch nicht immer die gestellten Forderungen, ganz abgesehen davon, daß der oberhalb der Befädrung befindliche Mantel nur lose über der Bewehrung angeordnet ist und bei Biegebeanspruchungen des Kabels oder der Leitung leicht aufschiebt.

Man hat auch bereits Geflechte aus einer Mischung von Stahl- und Kupferdrähten hergestellt. Nachteilig hierbei ist, daß mit steigender Zugfestigkeit, d. h. wachsendem Stahlanteil und wachsender Stahlfestigkeit, die Flexibilität des Kabels oder der Leitung zu wünschen übrig läßt und zu dem das Gewicht ansteigt.

Ein besonderer Nachteil der bekannten Ausführungsformen zugfester Bewehrungen ist jedoch der, daß bei einer Beschädigung des als Umspinnung oder als Geflecht vorliegenden Trag- oder Zugelementes eine Reparatur des Kabels am Verlegeort nicht durchgeführt werden kann. Das Kabel muß ausgewechselt werden, obwohl die stromführenden Adern noch in Takt sind, eine länger andauernde Unterbrechung des Arbeits- oder Produktionsablaufs kann die Folge sein.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde die Betriebssicherheit von mit Zug- oder Tragelementen versehenen Kabeln zu erhöhen, einschließlich der Möglichkeit, am Verlegeort Reparaturarbeiten durchführen zu können.

Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch, daß jeder Ader ein Element erhöhter Zugfestigkeit unmittelbar zugeordnet ist. Eine solche Aufteilung des gesamten, die unvermeidbaren Zugkräfte aufnehmenden Tragorgans auf jede Einzelader erhöht die Fle-

xibilität der Leitung wesentlich. Das gilt insbesondere dann, wenn anstelle von Stahlseilen textile Zugentlastungsorgane verwendet werden. Sie sorgt aber auch für eine Reduzierung der äußeren Abmessungen der Energie- oder Signalleitung und führt z. B. im Falle eines Mantelschadens zu einer problemlosen Reparatur noch am Montagort bei intakten Energieadern und intaktem Tragorgan.

Die Zuordnung des gesamten, Zugkräfte aufnehmenden Querschnitts des oder der Tragorgane auf jede Einzelader kann auf unterschiedlichem Wege erfolgen. Eine vorteilhafte Lösung ist in Weiterführung der Erfindung die, daß das Element erhöhter Zugfestigkeit den Kern der Ader bildet, über den eine Aufseilung aus metallischen Drähten oder Litzen aufgebracht ist. Eine solche konzentrische Anordnung von Zugementen und elektrischen Leitern führt zu einer problemlosen Biegefähigkeit der Einzeladern in allen Richtungen und bei Heraufsetzung der Lebensdauer zu einer wesentlich günstigeren Handhabung der Gesamtanordnung im Betrieb.

Abweichend von dieser Ausführungsform kann man in Durchführung der Erfindung zweckmäßig auch so vorgehen, daß das Element erhöhter Zugfestigkeit in Form einer Aufseilung über dem den Kern der Adern bildenden elektrischen Leiter aufgebracht wird. Auch hier ist es wieder u. a. die konzentrische Anordnung von Leiter und Elementen erhöhter Zugfestigkeit, die zu einer Verbesserung gegenüber bekannten Anordnungen führt.

Oft kann es auch zweckmäßig sein, Leiter und hochzugfeste Elemente zu kombinieren. Eine solche Ausführungsform der Erfindung besteht dann beispielsweise darin, daß einzelne Drähte des elektrischen Leiters durch Elemente erhöhter Zugfestigkeit ersetzt oder durch diese ergänzt sind. Diese Ausführungsform hat sich insbesondere in den Fällen als vorteilhaft erwiesen, wo es auf möglichst geringe äußere Abmessungen des Kabels ankommt.

Insbesondere die letzte Ausführungsform der Erfindung läßt es zweckmäßig erscheinen, als Elemente erhöhter Zugfestigkeit Kunststoffäden auf Basis aromatischer Homo- oder Copolyamide zu verwenden, etwa Polyaramide, wie sie unter dem Handelsnamen "Kevlar" bekannt sind. Gegenüber den zugfesten Elementen ist dann eine elektrische Isolierung der Einzeldrähte des Leiters nicht erforderlich.

Den hochfesten Kunststoffäden wird man aber auch bei den anderen Ausführungsformen der Erfindung den Vorzug geben, da neben der verbesserten Flexibilität z. B. gegenüber Stahlseilen geringere Abmessungen, geringeres Gewicht sowie die bessere Handhabung im Betrieb eine entscheidende Rolle spielen.

Die Kunststoffäden hoher Zugfestigkeit können vorteilhaft auch mit einem Tränk- oder Klebemittel behandelt sein. Solche Tränk- oder Klebemittel dienen der Erhöhung der Reißfestigkeit und/oder zur Verbesserung der Haftung gegenüber der anschließenden Isolierung und/oder Umhüllung.

Als vorteilhaft hat es sich ferner erwiesen wenn die Elemente erhöhter Zugfestigkeit selbst aus verseilten, verwürgten oder verzwirnten Einzelementen bestehen, die Zugfestigkeit läßt sich so beträchtlich steigern.

Für die Funktionsfähigkeit sowie Lebensdauer des Kabels kommt es neben dem Aufbau auch auf die verwendeten Materialien an. Polyvinylchlorid und Gummi allein erfüllen nicht immer die gestellten Anforderungen, das gilt vor allem dann, wenn die Leitungen durch

Einsatz unter Tage z. B. erhöhten Beanspruchungen ausgesetzt sind. Für diese Anwendungsfälle vor allem hat es sich in Weiterführung der Erfindung als zweckmäßig erwiesen, die Adern einschließlich der diesen unmittelbar zugeordneten Elemente erhöhter Zugfestigkeit mit einer gemeinsamen Hülle aus Polyurethan zu umgeben. Anstatt die gesamte Hülle aus diesem gegen äußere mechanische Kräfte hochwiderstandsfähigen Material herzustellen, kann man auch die Hülle aus einem anderen geeigneten Kunststoff oder Gummi herstellen und lediglich darüber einen äußeren Überzug in Form einer dünnen zweiten Schicht aus dem Polyurethan aufbringen. Dabei kann es oft zweckmäßig sein die zweite Schicht oder eine äußere Randzone der Polyurethanumhüllung durch Strahlen zu vernetzen.

Das vernetzte Polyurethan bildet nämlich auch eine flammwidrige, geschlossene Hülle, die bei Flammeinwirkung nicht abtropft und damit den darunter befindlichen weiteren Schichten im Leitungsaufbau nicht die Möglichkeit gibt, in der Flamme nachzuschmelzen. Für den Brandfall bedeutet dies, daß der Brand auf den Einwirkungsbereich der Zündflamme beschränkt bleibt und der Brand unmittelbar nach dem Entfernen oder Erlöschen der Zündflamme ebenfalls erlischt. Der Brand wird deshalb im Gegensatz zu den bisher bekannten Ausführungen nicht weitergetragen.

Da die vernetzte Polyurethan-Schutzhülle nicht abschmilzt und rasch wieder verflucht, ist zudem die Rauchentwicklung wesentlich geringer als bei vergleichbaren Leitungen mit Silikon- oder Ethylen-Vinylacetat-Copolymer (EVA)-Hülle oder vernetzter Polyurethanhülle oder bei den üblichen Neopren-Umhüllungen.

Für die Zwecke der Erfindung sind Polyurethane unterschiedlicher Basistypen geeignet vorausgesetzt, sie sind unter Strahleneinwirkung vernetzbar. Von den verschiedenen PUR-Typen hat sich jedoch ein sog. Äther-typ als am vorteilhaftesten erwiesen, da ein solcher Typ neben dem sonstigen für die Erfindung notwendigen Eigenschaftsbild auch noch speziell gegen Bakterienbefall resistent und hydrolysefest ist.

Die Erfindung sei anhand des in der Fig. als Ausführungsbeispiel dargestellten Mittelspannungskabels näher erläutert.

Jede Ader 1 dieses Mittelspannungskabels besteht aus einem Tragorgan 2 in Form eines Einzelstranges oder mehrerer miteinander verseilter oder verwürgter Einzelstränge aus einem hochzugfesten Kunststoff (z. B. Kevlar), auf das der Kupferleiter 3 aufgeseilt ist. Die Isolierung 4 besteht z. B. aus einem Natur- oder Synthesekautschuk oder auch aus einem sog. thermoplastischen Kautschuk. Im Falle eines Mittelspannungskabels trägt der Leiter 3 die sog. innere Leitschicht 5, für Niederspannungskabel oder -leitungen erübrigt sich diese aus elektrischen Gründen vorgesehene Leiterglättung.

Oberhalb der Isolierung befindet sich die mit der Isolieroberfläche fest verschweißte, sofern es sich um Mittelspannungskabel handelt, oder nur "lose" aufextrudierte äußere Leitschicht 6, sofern Niederspannungskabel oder -leitungen nach der Erfindung ausgebildet werden. Die Leitschicht selbst kann z. B. aus einem durch Rußzusatz leitfähigen Ethylen-Vinylacetat-Copolymer bestehen.

Mit 7 sind aus einem Litzenleiter 8 und einer leitfähigen Umhüllung 9 bestehende Schutz- oder Überwachungsleiter bezeichnet. Die zur Rundung der Seele dienenden Beiläufe 10 b stehen z. B. aus einem Gummi oder aus gummiähnlichem Material.

Die Freiräume in der Seele, d. h. die Zwickel zwischen den Energieadern den Schutzleitern, B iläufen und dergleichen sind mit einem z. B. angeölten Graphit 11 angefüllt. Der sogenannte Innenmantel 12, beispielsweise aus einer vernetzten Gummimischung, umschließt die Kabelseele, darüber befindet sich der Außenmantel 13, etwa aus einem Polyurethan, dessen äußere Randzone strahlenvernetzt ist.

An Stelle der zugfesten Elemente auf Basis aromatischer Homo- oder Copolyamide können auch vorteilhaft solche auf Glasfaserbasis verwendet werden.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

3604311

Nummer:  
Int. Cl.<sup>4</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

36 04 311  
H 01 B 7/18  
12. Februar 1986  
13. August 1987

